

# PERUBAHAN KADAR BETA ENDORPHIN AKIBAT LATIHAN OLAHRAGA PERNAFASAN (SEBUAH KAJIAN PSIKONEUROENDOKRINOLOGI PADA AKTIVITAS FISIK)

Siswantoyo<sup>1</sup>

## ABSTRACT

**Background:** In Indonesia there were many kinds of martial arts and community breathing exercise but the use of breathing exercise for therapy and maintenance toward healthy, fresh still not optimally implemented. Starting from this, the research to uncover the role of breathing exercise on the change of beta-endorphin really need to be revealed. **Methods:** This research aims to reveal the changes in beta-endorphin levels caused by breathing exercise "Satria Nusantara". The design used was a randomized pretest-posttest group design. A total sample of 15 men. Training is delivered over seven weeks, three times a week. Samples of blood (serum) taken three times in the beginning before exercise, 45 minutes and 24 hours after the last exercise. Laboratory examination using ELISA (enzyme linked Immunosorbent Assay). Data analysis using t test **Results:** This results showed that average serum levels of pretest of 16.62 ng/ml, 45 minute post exercise at 20.86 ng/ml and 24 hours post exercise at 20.39 ng/ml. After using the t test, found that beta-endorphin levels of 45-minute pretest-posttest increased significantly with  $p = .000$ , and pretest-posttest at 24 hours there was also a significant improvement with  $p = .000$ . **Concluded:** That elevated levels of beta-endorphin 45 minute after exercise was much higher compared with the measurements 24 hours after exercise. The distance of time taking 45 minutes and 24 hours has shown a decrease in levels of beta-endorphin. The decrease shows that there are indications of recovery towards normal.

**Key words:** Change, Concentration, Beta endorphin, breathing exercise

## ABSTRAK

Di Indonesia terdapat banyak macam aliran perguruan beladiri dan olah pernafasan atau perguruan seni pernafasan tetapi pemanfaatan olahraga pernafasan untuk terapi dan pemeliharaan menuju sehat, segar masih belum dilaksanakan secara maksimal. Berawal dari hal tersebut, maka penelitian untuk mengungkap peran olahraga pernafasan terhadap perubahan kadar beta endorphin sangat perlu diungkap. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap perubahan kadar beta endorphin akibat latihan Senam Pernafasan "Satria Nusantara". Rancangan yang digunakan adalah Randomized pretest-posttest group design. Sampel sejumlah 15 orang laki-laki. Pelatihan dilaksanakan selama 7 minggu, 3 kali perminggu. Sampel darah (serum) diambil 3 kali yaitu pada awal sebelum latihan, 45 menit dan 24 jam setelah latihan terakhir. Pemeriksaan laboratorium menggunakan metode ELISA (Enzym Linked Immunosorbent Assay). Analisis data menggunakan uji t. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata kadar serum pretest sebesar 16,62 ng/ml, 45 menit post exercise sebesar 20,86 ng/ml dan 24 jam post exercise sebesar 20,39 ng/ml. Setelah dilakukan uji t, didapatkan bahwa kadar beta endorphin pretest-posttest 45 menit terjadi peningkatan yang signifikan dengan  $p = 0,000$ , dan pada pretest-posttest 24 jam juga terdapat peningkatan yang signifikan dengan  $p = 0,000$ . Disimpulkan bahwa peningkatan kadar beta endorphin 45 menit setelah latihan jauh lebih tinggi dibanding dengan pengukuran 24 jam setelah latihan. Jarak waktu pengambilan 45 menit dan 24 jam telah menunjukkan adanya penurunan kadar beta endorphin. Terjadinya penurunan ini menunjukkan adanya indikasi ke arah pulih asal.

**Kata kunci:** Perubahan, Kadar, Beta endorphin, Olahraga Pernafasan

Naskah masuk: 2 Maret 2010, Review 1: 3 Maret 2010, Review 2: 5 Maret 2010, Naskah layak terbit: 18 Maret 2010

## PENDAHULUAN

Di Indonesia terdapat banyak macam aliran perguruan beladiri dan olah pernafasan atau perguruan seni pernafasan tetapi pemanfaatan olahraga pernafasan untuk terapi dan pemeliharaan menuju sehat, segar masih belum dilaksanakan secara maksimal. Olahraga pernafasan mampu meningkatkan kebugaran fisik dan meningkatkan kekebalan tubuh (Suparto, 2002). Olahraga pernafasan ditujukan untuk mengembangkan usaha penanggulangan stresor dan upaya peningkatan kualitas sumber daya manusia (SDM), yaitu usaha mengelola stresor dengan baik untuk menjaga dan bahkan mengembalikan ke homeostasis (Maryanto, 1990). Dengan latihan teratur terutama konsentrasi, jiwa dapat dikendalikan stabil dan menimbulkan pengeluaran hormon ACTH dan kortisol, yang pada kadar tertentu memacu sistem kekebalan tubuh untuk menghasilkan imunoglobulin yang berperan dalam pertahanan tubuh (Putra dkk, 1993). Meskipun berbagai manfaat telah diungkap di atas, perubahan kadar beta endorfin yang memberikan rasa kebugaran dan segar akibat latihan senam pernafasan "Satria Nusantara" masih belum jelas. Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini perlu untuk dilakukan.

Pelatihan diberikan selama 7 minggu, 3 kali perminggu. Sebagai rumusan permasalahan sebagai berikut: Bagaimanakah pola perubahan kadar beta endorfin pada 45 menit dan 24 jam setelah latihan akibat latihan senam pernafasan "Satria Nusantara" selama 7 minggu?

Artikel ini bertujuan mengungkap perubahan kadar beta endorfin akibat latihan senam pernafasan satria nusantara, dan secara khusus bertujuan untuk membuktikan latihan senam pernafasan Satria Nusantara meningkatkan beta endorfin pada 45 menit dan 24 jam setelah latihan 7 minggu, untuk membuktikan pola perubahan kadar beta endorfin akibat latihan senam pernafasan Satria Nusantara.

## METODE

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimental. Rancangan yang digunakan adalah *Randomized pretest-posttest group design* (Zainudin, 2000).

P → S → R → KP pretest  $\xrightarrow{\text{POP 7 MINGGU}}$  Posttest 45 mnt → 24 jam

Keterangan: P: Populasi, S: Sampel, R: Random, KP: Kelompok Perlakuan, POP: Perlakuan Olahraga Pernafasan.

Populasi siswa SLTA se kota Yogyakarta yang diasramakan dan memenuhi kriteria inklusi sebagai berikut: jenis kelamin laki-laki, menyatakan bersedia menjadi subjek penelitian, sehat, belum pernah mengikuti latihan olahraga pernafasan, umur sampel berkisar 15–20 tahun. Jumlah sampel yang digunakan adalah 15 siswa.

Variabel bebas adalah senam pernafasan "Satria Nusantara", dan variabel terikat adalah Beta Endorfin. Pemeriksaan kadar Beta Endorfin menggunakan metode ELISA (*Enzym Linked Immunosorbent Assay*). Berdasarkan tujuan yang ingin di capai maka analisis dalam penelitian ini dilakukan dengan statistik deskriptif dan inferensial dg komputerisasi SPSS for windows. Selanjutnya dilakukan analisis statistik dengan uji t.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penetapan Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah siswa dari sekolah menengah atas telah ditetapkan dan memenuhi kriteria inklusi. Semua siswa tinggal diasrama yang berada dikomplek sekolah tersebut. Aktivitas fisik yang dilakukan oleh para siswa setiap hari pada dasarnya tidak terdapat perbedaan yang berarti.

### Hasil Pengukuran Variabel Tergantung

Hasil rata-rata pengukuran variabel beta endorfin pada sebelum pemberian perlakuan (pretest),

**Tabel 1.** Hasil rerata pengukuran kadar beta endorfin

	N	Mean (ng/ml)	SD	Minimum	Maks	Normalitas
Pretest	15	16,62	0,183	16,29	16,96	0,995
Posttest 1(45 menit)	15	20,86	0,119	20,65	21,03	0,868
Posttest 2 (24 jam)	15	20,39	0,390	19,08	20,73	0,092

p > 0,05 (data berdistribusi normal)

45 menit sesudah perlakuan terakhir (posttest 1) dan 24 jam setelah perlakuan (posttest 2) dapat dilihat sebagai berikut di bawah ini.

Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa rerata kadar beta endorphin sebelum perlakuan 16,62 ng/ml, posttest 1 yang diambil 45 menit setelah perlakuan terakhir 20,86 ng/ml dan posttest 2 yang diambil 24 jam setelah perlakuan terakhir 20,39 ng/ml. Dari tabel di atas juga ditunjukkan hasil uji normalitas bahwa data pretest memiliki  $p = 0,995$ , posttest 1 (45 menit)  $p = 0,868$ , dan posttest 2 (24 jam)  $p = 0,092$ . karena  $p > 0,05$  maka data tersebut berdistribusi normal.

Dari data yang diperoleh dan setelah dianalisis statistik dengan uji t dengan jumlah sampel 15 orang didapatkan hasil sebagai berikut di bawah ini.

**Tabel 2.** Hasil analisis statistik dengan uji t

	Intervensi Pre-post 1	Intervensi Pret-post 2	Intervensi Post1-post 2
Rerata	-4,239	-3,768	0,471
SD	0,240	0,366	0,444
Sign	0,000	0,000	0,001

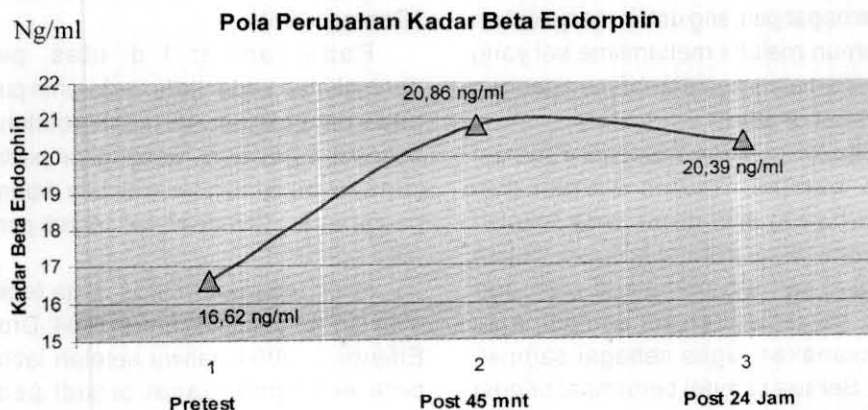
$p < 0,05$  signifikan

Tabel 2 menunjukkan bahwa pretest-posttest 1 menunjukkan signifikansi  $p = 0,000$ , pada pretest-posttest 2 menunjukkan signifikansi  $p = 0,000$  dan posttest 1-posttest 2 menunjukkan hasil signifikansi  $p = 0,001$ , dengan demikian karena  $p < 0,05$  maka semua menunjukkan adanya perbedaan yang berarti.

Perubahan kadar beta endorphin sebelum dan setelah perlakuan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Sebelum membahas lebih lanjut tentang penggunaan paradigma berkonsep dalam penelitian ini, perlu dijelaskan kembali fakta yang mendasari pengungkapan masalah penelitian. Masalah dalam penelitian ini timbul dari banyaknya jumlah olahraga pernafasan yang ada di Indonesia. Seperti diketahui bahwa di cina olahraga semacam ini seperti taichi, qigong, ayurveda, meditasi telah banyak digunakan untuk terapi dan rehabilitasi di berbagai rumah sakit (Haruyama, 2004). Namun di Indonesia kajian tentang hal tersebut masih sangat kurang, dan olahraga tersebut belum digunakan secara maksimal untuk terapi dan peningkatan imunitas. Fenomena dilapangan secara deskriptif terungkap bahwa olahraga pernafasan dapat meningkatkan ketahanan tubuh.

Paradigma psikoneuroimunologi pada penelitian ini digunakan sebagai model berpikir untuk mengkaji secara lebih holistic modulasi fungsi sistem imun yang mendapat stressor fisik dalam bentuk olahraga pernafasan. Konsep *stress cell* yang dimaksud adalah pemahaman tentang sel imunokompeten yang mengalami stres setelah pemberian latihan olahraga pernafasan sebagai stressor. Walaupun demikian paradigma fisiologis dapat digunakan sebagai model berpikir untuk mengkaji proses biologis tersebut tergantung pada konsep yang digunakan (Setyawan, 1996). Paradigma psikoneuroimunologi dibangun permulaan atas fenomena respons imun yang menurun pada binatang percobaan yang mengalami



**Gambar 1.** Pola Perubahan Kadar Beta Endorphin Setelah Latihan 7 Minggu.



stres. Paradigma ini dapat dipakai dalam bidang yang luas, untuk menerangkan perubahan sistem imun yang disebabkan faktor stres pada manusia, binatang atau stres dari kemampuan imunitas sel atau gen (Putra, 1999).

Berawal dari model berfikir fisiobiologik pada hakekatnya merupakan model berfikir untuk menalar segala perubahan biologik dalam upaya pencapaian kondisi homeostasis atau kondisi sehat. Pemikiran selanjutnya, penerapan model berpikir untuk memecahkan masalah penelitian ini perlu ditetapkan kerangka pikir atau konsep. Sehingga indikator yang ditetapkan merupakan cerminan dari suatu konsep yang digunakan. Hal tersebut lebih dipertegas lagi oleh Pujirahardjo (1993); Putra, (1993), bahwa penerapan suatu konsep dalam penelitian tersebut dapat digunakan untuk menajamkan hasil penelitian. Atas dasar hal tersebut, maka dalam penelitian ini digunakan konsep psikoneuroimunologik. Konsep tersebut mencerminkan komplementasi multi variabel antara perilaku, sistem saraf, neurohormon dan ketahanan tubuh (Ader, 1991; Basedowsky, 1992; Mayes, 1995).

Dasar psikoneuroimunologi adalah pengamatan pada modulasi sistem imun karena adanya stres. Penetapan konsep psikoneuroimunologi dalam penelitian ini diharapkan dapat mengungkap keterkaitan stres fisik yang disebabkan oleh perlakuan olahraga pernafasan terhadap respons ketahanan tubuh imunologik. Keterkaitan stressor olahraga pernafasan dengan respons imun dapat berupa perubahan perilaku yang dapat dikaji melalui konsep imunologi olahraga pada alur di tingkat sistem (Rabin, 1996), dan psikoneuroimunologi latihan antara lain melalui jalur Hipotalamus-Pituitary-Adrenal. Dengan demikian terdapat peluang untuk menjelaskan modulasi respons imun melalui mekanisme sel yang stress akibat pemberian olahraga pernafasan dengan model berpikir tersebut di atas.

Pembahasan ditujukan pada karakteristik sampel dalam penelitian. sampel random diambil dari seluruh siswa kelas II yang ditetapkan pada sekolah menengah umum atas dasar kriteria laki-laki, bukan berstatus atlet, belum pernah mengikuti olahraga pernafasan, sehat, bersedia menjadi sampel, mau dan mampu melaksanakan tugas sebagai sampel, umur 15–20 tahun. Semua sampel bertempat tinggal diasramakan yang berada di kompleks sekolah yang bersangkutan. Penetapan umur sampel dalam

rentang 15–20 tahun ditujukan untuk mendapatkan kesamaan, diharapkan pada umur tersebut berada dalam proses pertumbuhan yang relatif sama. Dalam penelitian ini hanya terdapat satu kelompok, yaitu kelompok (perlakuan) adalah kelompok yang diberikan perlakuan olahraga pernafasan selama 7 minggu dengan frekuensi 3 kali perminggu, berjumlah 15 orang, jenis kelamin laki-laki.

Pembahasan ini ditujukan pada penetapan dosis latihan olahraga pernafasan. Sebagai langkah awal untuk mendapatkan besar dosis latihan fisik yang didasarkan atas respons ketahanan tubuh, maka digunakan dosis latihan fisik yang berdasar atas respons tubuh terhadap penyediaan energi, yaitu aerobik dan anaerobik (Brooks, 1987; Fox, 1993). Respons tersebut telah diamati pada respons kardiovaskuler yang berupa denyut jantung (Shepard, 1989). Selama ini, latihan fisik dengan rentang respons dosis 60–85% denyut nadi maksimal masih menimbulkan respons komponen ketahanan tubuh yang tidak konsisten (Mackinnon, 1992; Garagiola, 1995; Kajiura, 1995). Atas dasar perubahan respons yang tidak konsisten pada rentangan dosis yang sangat panjang tersebut, maka respons dosis denyut jantung pada penelitian ini telah ditetapkan dengan rentang 70–85% denyut nadi maksimal.

Aktivitas fisik yang dilakukan secara teratur, terarah dan terprogram dengan pemberian dosis yang tepat akan berpengaruh pada berbagai aspek di dalam tubuh, yang antara lain adanya peningkatan sekresi berbagai hormon dan sitokin serta yang lainnya. Perubahan hormonal yang terjadi akibat latihan jasmani (*physical exercise*) cukup banyak, yang paling menonjol adalah catecholamine, cortisol, hormon pertumbuhan (*Growth hormone*) dan  $\beta$  endorphine (Goetz, 1996).

Pada gambar 1 di atas, perubahan atau peningkatan kadar beta endorfin paling besar terjadi pada pengukuran 45 menit setelah latihan terakhir sebesar 4,24 ng/ml. Sedangkan pada pengukuran 24 jam setelah latihan terakhir bila dibandingkan dengan pengukuran 45 menit telah terjadi penurunan sebesar 0,47 ng/ml.

Hasil tersebut di atas, juga lebih dikuatkan lagi oleh Goetz, 1996; Wilmore, 1994; Droste, 2003 dalam Effendi C, 2004 bahwa setelah latihan kronik kadar beta endorfin dapat terjadi peningkatan pada moderate exercise mampu mencapai 150–200% dan intensive exercise mampu mencapai 300–500%.

Latihan dengan intensitas tinggi dengan durasi selama 30–60 menit sudah cukup untuk menaikkan level plasma beta endorphin. Meningkatnya kadar beta endorphin karena aktivitas dan kondisi tertentu, menyebabkan subjek tidak sensitive terhadap nyeri, bahkan melaporkan dirinya merasakan lebih gembira, euphoria (Rose, 1985).

Pada wanita setelah latihan aerobik selama 8 minggu respons terhadap beta endorphin meningkat pada 1 jam setelah latihan (Viru, 2004). Basal plasma beta endorphin 5.8–48.9 pg/ml (Nakao *et al.* (1978). Sementara kadar normal beta endorphin serum 10–35 ng/ml (Mannheim B, on-line, 2006).

Peningkatan kadar beta endorphin ini terjadi karena adanya stresor olahraga senam pernafasan. Pada prinsipnya senam pernafasan melibatkan unsur aktivitas fisik berupa gerak lurus, olah nafas yang merangsang terjadinya hipoxia ringan dan adanya unsur keterlibatan psikologis dengan adanya dzikir yang mengarahkan untuk berkonsentrasi. Keterkaitan dari berbagai bidang kajian ini menunjukkan adanya fenomena paradigma kompleksitas keilmuan yang menjadi satu untuk bisa menjelaskan adanya sebuah mekanisme.

Paradigma fisiobiologik dengan konsep psikoneuroimunologik dalam penelitian ini telah dapat digunakan untuk memecahkan masalah latihan olahraga pernafasan dan respons ketahanan tubuh. Adapun keterkaitan latihan olahraga pernafasan dan ketahanan tubuh dapat berupa perilaku fisiobiologik exercise-psychoneuroimmunologic melalui *Limbic Hypothalamus Pituitary Adrenal* (LHPA). Meskipun demikian, dimungkinkan masih banyak titik tangkap yang menimbulkan perilaku fisiobiologis yang perlu diungkap.

#### Kendala dalam Penelitian

Sebagai kendala dalam penelitian ini antara lain menyangkut keterbatasan sarana, serta faktor psikologik sampel. Keterbatasan sarana yang dimaksud adalah berkaitan dengan ketepatan dalam pengambilan unit analisis, keterbatasan peralatan, dan umur reagent. Faktor psikologik sampel juga sangat berpengaruh terhadap ketercapaian tujuan penelitian, yang pada penelitian ini sepenuhnya dapat dikondisikan secara maksimal.

Komponen indikator ketahanan tubuh pada penelitian ini belum dapat mencakup berbagai alur.

Sehubungan dengan hal tersebut, maka selain titik tangkap terhadap pengkondisian perilaku fisiologik di atas, maka perlu dilakukan pengukuran pada alur neurohormonal atau lainnya misalnya sitokin yang lebih lengkap. Hal tersebut perlu diungkap untuk mendapatkan kejelasan proses perilaku fisiobiologik exercise-psychoneuroimmunologic. Atas dasar temuan dalam penelitian ini, maka di masa yang akan datang pemberian dosis (durasi, intensitas, frekuensi, model latihan) yang tepat tidak hanya digunakan untuk atlet atau orang yang sehat saja, tetapi juga dapat diperuntukkan bagi penderita untuk rehabilitasi. Dengan demikian, maka di masa yang akan datang latihan olahraga pernafasan dapat digunakan sebagai alternatif pengembangan IPTEKORKES (ilmu pengetahuan dan teknologi olahraga dan kesehatan). Sebagai kendala dalam penelitian ini tidak dilakukannya pengukuran, hormon-hormon ACTH, pengukuran kadar Blood gase, IL1 $\beta$ , TNF $\alpha$ ).

#### KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Besarnya perubahan atau peningkatan kadar beta endorphin bila dibandingkan antara pretest dan pengukuran 45 menit setelah latihan terakhir adalah sebesar 4,24 ng/ml. Sedangkan antara pengukuran 45 menit dan pengukuran 24 jam setelah latihan terakhir telah terjadi penurunan sebesar 0,47 ng/ml.

Peningkatan kadar beta endorphin 45 menit setelah latihan jauh lebih tinggi dibanding dengan pengukuran 24 jam setelah latihan. Jarak waktu pengambilan 45 menit dan 24 jam telah menunjukkan adanya penurunan kadar beta endorphin. Terjadinya penurunan ini menunjukkan adanya indikasi ke arah pulih asal.

##### Saran

Berdasarkan hasil penelitian di atas, maka terdapat beberapa saran sebagai berikut:

1. untuk meningkatkan ketahanan tubuh, maka frekuensi latihan perlu dilakukan 3–4 kali perminggu. Hal ini didasarkan oleh adanya indikasi penurunan kadar beta endorphin setelah 24 jam dari latihan terakhir.
2. perlu dilakukan pengukuran dengan variabel lain, misalnya hormon ACTH, Kortisol, Growth hormon dan variabel ketahanan tubuh lainnya.

### Keterbatasan Penelitian

Pada artikel ini belum disajikan indikator pengukuran variabel yang lebih banyak, hal ini dikarenakan salah satunya reagen untuk pemeriksaan parameter tersebut belum banyak dipasarkan dan harga masih cukup tinggi.

### Ucapan Terima kasih

Terima kasih yang setinggi-tingginya saya ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. HM, Indra Rasjad, dr.,MS, Kepala Laboratorium Fisiologi Molekuler Universitas Brawijaya Malang beserta staff yang telah memberikan kemudahan dalam pemeriksaan endorpin.
2. Drs. Sumaryanto, M.Kes Dekan FIK UNY yang telah memberikan dukungan dana untuk penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Goetz LH, 1996. *Exercise and Immune Function*, 1<sup>st</sup> ed. New York CRC Press. Pp. 10-12, 21-35, 55-75, 84-86.
- Haruyama, 2004. *Qigong and meditation cause the human brain to release beta-endorphins.. a medical doctor from Tokyo University*. On line.
- Higgins JE and Kleinbaum AP. 1985. *Introduction to Randomized Clinical Trials. Part 1 of the series: The Basics of Randomized Clinical Trials with an Emphasis on Contraceptive Research*. USA. Family Health International. Research Triangle Park, North Carolina 27709. pp. 25–30.
- Maryanto, 1990. Bahan sarasehan Satria Nusantara. LSP Satria Nusantara. Yogyakarta.
- Maryanto, 1991. Seni Bela Diri Praktis dan Teknik Tenaga Dalam. Pekalongan: Gunung Emas.
- Pedersen BK and Hoffman 2000. *Exercise and the Immune System: Regulation, Integration, and Adaptation*. *Physiological Reviews*, Vol. 80, No. 3, July 2000, pp. 1055–1081.
- Putra ST, 1993. Perubahan kadar hormon ACTH dan kortisol pada peserta senam pernafasan satria nusantara tingkat gabungan + pengendalian keras dan tingkat pradasar. Jakarta. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Pusat Kesegaran Jasmani dan Rekreasi.
- Putra ST, Soekarno S, Setyawan S, Asnar E, Soedoko RW, 1993. Pengaruh Latihan Fisik dan Kondisi Kejiwaan Terhadap Ketahanan Tubuh. Jakarta. Seminar Sehari. Cempaka Hotel.
- Qvist J, Hurford WE, Park YS, Radermacher P, Falke, Ahn DW, Guyton GP, Stanek KS, Hong SK, Weber RE 1993. *Arterial blood gas tensions during breath hold diving in the Korean Ama*. *Journal Applied Physiology*, Jul; 75(1): pp. 285–293.
- Safaria T, 2005. *Autisme; Pemahaman baru untuk Hidup Bermakna bagi Orang Tua*. Yogyakarta, Penerbit Graha Ilmu Yogyakarta.
- Setyawan S, 1995. Pengaruh Latihan Fisik Aerobik dan Anaerobik terhadap Pola Respons Ketahanan Tubuh. Disertasi. PPS Unair Surabaya.
- Shangold MM, 1983. *Exercise and The Adult Female: Hormonal and Endocrine Effects*. *Exercise and Sports Sciences reviews* 11: pp 53–79.
- Silverthorn, 2001. *Human Physiology; an integrated approach*. 2<sup>nd</sup> edition. New Jersey. Prentice-Hall, Inc, pp 498–510.
- Sukanto S, 2003. Pengobatan Tradisional. Lokakarya obat dan Pengobatan Tradisional Kantor Kementrian Riset dan Teknologi Gd. BPPT: Jakarta.
- Suparto H, 2001. Seni Pernafasan Satria Nusantara. suatu telaah dari segi kesehatan. Penerbit: LSP Satria Nusantara Pusat Jogjakarta. Halm. 5–6, 34–35.
- Viru A, and Tenzegolskis Z. (down load 2004). *Endorphins: Exercise Responses*. *Institut of Exercise Biology*, Tartu University, Estonia. On line.
- Wilmore JH, Costill DL, 1994. *Physiology of Sport and Exercise*, USA: Human Kinetics, pp. 349, 376, 536.
- Zainuddin M, 2000. *Metodologi Penelitian*. Surabaya. Program Pascasarjana Universitas Airlangga.